

MODELAÇÃO DAS TROCAS ENERGÉTICAS EM VIDEIRA COM BASE EM TERMOMETRIA DE INFRA-VERMELHOS

Rodrigues, P.¹; Pedroso, V.²; Gouveia, J.P.³; Martins, S.²; Lopes, C.⁴; Alves, I.¹

Resumo

Com o objectivo de validar um modelo de estimação da transpiração da videira a partir da medição da temperatura radiativa da superfície da sebe, instalou-se um ensaio numa vinha da casta Touriga Nacional, na região do Dão. Além de permitir caracterizar a evolução diurna dos componentes do balanço energético, conclui-se que o modelo permite uma boa estimação dos valores diários da transpiração.

Modelling energy exchanges in vines based on infrared thermometry

Abstract

In order to validate a model to estimate vine evapotranspiration based on its surface temperature, measured with infrared thermometers, a field trial was established in a vineyard in the Dão region. Vines were fully irrigated with a drip irrigation system. Soil water content was measured with capacitive sensors down to a 2 m depth. Surface temperature was measured with infrared thermometers (T_r), positioned above the plants so as to assure that only fully exposed leaves were viewed by the instrument. Climatic variables were measured at the same time in a nearby meteorological station.

The model developed separates net radiation measured over the surface (R_n) between the components of the canopy, vines (R_{nc}) and soil+soil cover (R_{ns}). To calculate sensible heat flux from the vines (H_c) using T_r , instead of the aerodynamic temperature, an additional resistance between the leaves and the mean source of the flux is introduced. Latent heat flux from the plants (λE_c) is then calculated as the residual term of the energy balance.

Results show that the model properly estimates transpiration from the vines, and thus that it is possible to study energy fluxes in partial cover/row crops with a simplified, low maintenance and reliable set of equipment.

¹ CEER, Centro de Engenharia dos Biosistemas, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, prodigues@pres.ipv.pt, isabelmalves@isa.utl.pt

² Centro de Estudos Vitivinícolas do Dão, cevdao@drabl.min-agricultura.pt ³ ESAV/ IPV, jpgouveia@esav.ipv.pt ⁴ ISA/UTL, carlosmlopes@isa.utl.pt

Introdução

A medição dos consumos hídricos da vinha é fundamental em estudos de relações hídricas, de identificação de factores limitantes, de condução da rega ou do melhoramento de variedades visando o uso eficiente da água. Contudo, a medição da evapotranspiração envolve muitas vezes metodologias complexas com custos associados bastante elevados. O recurso a modelos de estimação da evapotranspiração, menos exigentes do ponto de vista instrumental e consequentemente com menores custos de implementação, tem assim uma importância fulcral.

O presente trabalho enquadra-se num estudo de avaliação do efeito do regime hídrico e da rega da vinha na casta Touriga Nacional na região do Dão, no centro de Portugal. Pretendeu-se validar um modelo para estimar a transpiração da videira a partir da medição da temperatura da superfície da sebe, através de termómetro de infravermelhos, e de variáveis meteorológicas.

O trabalho experimental foi realizado no Centro de Estudos Vitivinícolas do Dão, em Nelas, Portugal (latitude 40° 31' N, longitude 7° 51' W e altitude 440 m), em solos de textura franco-arenosa. O ensaio foi estabelecido num sistema de blocos casualizados com quatro modalidades correspondentes a diferentes regimes de rega, realizada com o sistema gota-a-gota. Em cada unidade experimental a monitorização de humidade do solo foi efectuada com sondas capacitivas.

Numa das unidades experimentais de cada modalidade foi medida, em intervalos de 10 minutos, a temperatura da sebe através de termómetros de infravermelhos colocados a uma distância do topo determinada de modo a que a largura da área de medição fosse ligeiramente inferior à largura da sebe, de modo a que a leitura correspondesse exclusivamente a folhas completamente expostas à radiação solar. Com a mesma periodicidade, os valores das variáveis meteorológicas (temperatura e humidade do ar, velocidade do vento, radiação solar incidente, balanço de radiação e precipitação) foram medidos numa estação automática localizada no centro das parcelas.

O modelo desenvolvido para estimar a transpiração da sebe da vinha tem por base o princípio da partição do balanço energético entre os componentes do coberto vegetal (videiras / solo+subcoberto) admitindo que, do ponto de vista energético, actuam separadamente e em paralelo. A partição do balanço de radiação do coberto vegetal (R_n) entre o substrato (R_{ns}) e a sebe de vinha (R_{nc}) é efectuada recorrendo ao princípio da extinção exponencial da radiação, tendo o coeficiente de extinção (k_e) sido determinado através da relação entre a radiação fotossinteticamente activa (PAR) ao nível do solo e a PAR no topo da sebe, medidas ao meio dia solar, momento em que a área de ensombramento do solo pela sebe é mínima, e corrigido através de um termo dependente do ângulo solar zenital (ϕ). Sendo a vinha um coberto heterogéneo, o índice de área foliar (LAI) é corrigido através de um factor de agrupamento. A estimação dos fluxos de calor sensível da sebe (H_c), a partir da medição da temperatura da mesma (T_r) com termómetros de infravermelhos, é efectuada assumindo a existência de duas resistências em série para os fluxos de calor sensível a partir das folhas das

videiras: a resistência da camada limite das folhas (r_{aHc}) e a resistência aerodinâmica do coberto (r_{aH}). Esta simplificação corresponde, na prática, à reformulação da equação geral de determinação dos fluxos de calor sensível de um coberto vegetal, na qual a substituição da temperatura aerodinâmica (T_o) pela temperatura da sebe (T_r) é acompanhada da introdução de uma resistência adicional (r_{aHv}). Os fluxos instantâneos de calor latente para a atmosfera a partir da sebe (λE_c) são então determinados como termo residual do seu balanço energético ($\lambda E_c = R_{nc} - H_c$). Os valores diários de transpiração da sebe são obtidos por integração dos valores instantâneos correspondentes ao período em que $R_n > 0$.

Resultados e conclusões

A evolução diurna do balanço de radiação da sebe de vinha (R_{nc}) apresenta grandes diferenças relativamente à evolução de R_n e R_{ns} . Ao longo do dia a R_{nc} atinge um primeiro máximo a meio da manhã, decresce até ao meio dia solar e atinge novamente um máximo a meio da tarde (Fig. 1).

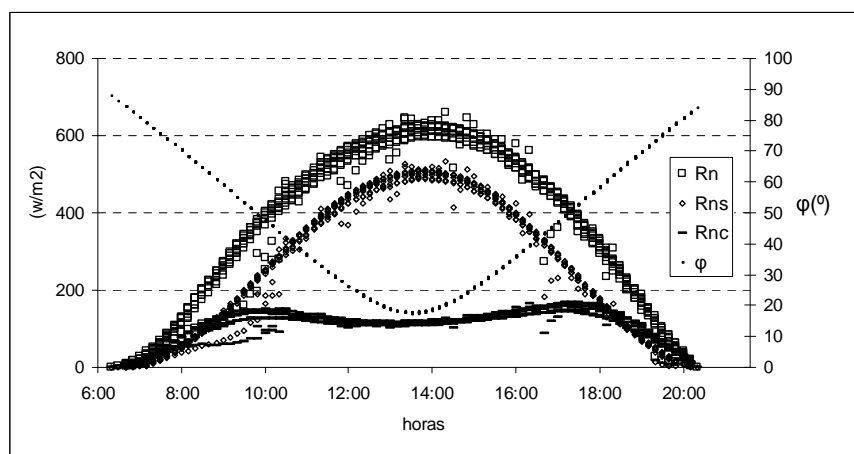


Figura 1. Evolução diurna da radiação líquida do coberto (R_n) medida, da radiação líquida da sebe (R_{nc}) e do substrato (R_{ns}) estimadas, com $k_e=0,5$, na modalidade com rega plena (FI -100% da ET_c), entre os dias 160 e 167 do ano de 2004 (LAI entre 1,3 a 1,6)

De um modo geral, durante o período diurno, a evolução dos fluxos de calor latente da sebe acompanha a evolução da R_{nc} . Tal como esta, a λE_c apresenta um máximo a meio da manhã e outro ao final da tarde e um patamar inferior a meio do dia. Em plantas com grande disponibilidade em água, a partir do meio da manhã e em determinadas condições meteorológicas, a λE_c pode ser mesmo superior a R_{nc} (Fig. 2), o que significa que a sebe recebe energia do solo, usando-a na transpiração.

Para avaliar a qualidade das estimativas de λE_c obtidas através da metodologia descrita, compararam-se os integrais diários (para $R_n > 0$) com a variação diária do armazenamento de água no solo até 200 cm de profundidade (ΔW_{200}) na modalidade regada de modo a satisfazer na totalidade as necessidades hídricas da videira (FI), em dias sem precipitação e considerando apenas os períodos em que

se concluiu que a extracção radicular pela videira ocorreu principalmente acima da profundidade monitorizada (200 cm) e em que o subcoberto é praticamente inexistente (Fig. 3), verificando-se uma boa concordância entre os valores das duas variáveis.

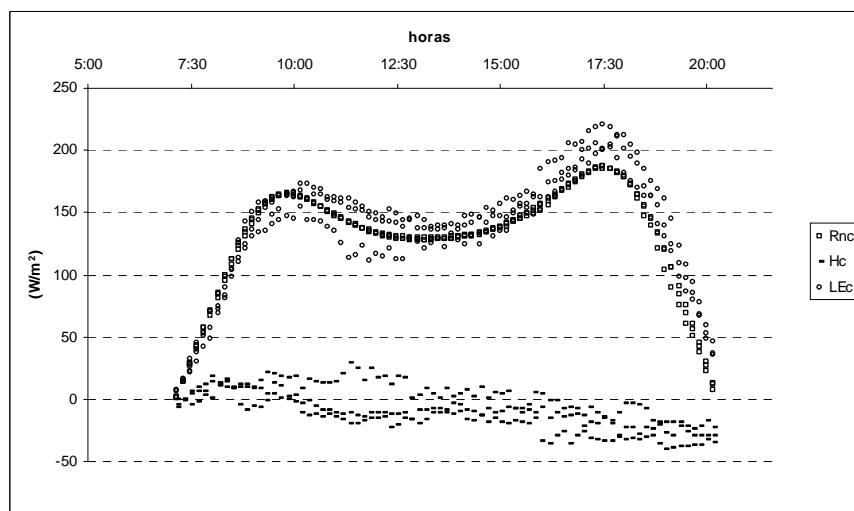


Figura 2. Evolução diurna dos componentes de balanço energético da sebe, nos dias 194 a 196 de 2004, na modalidade FI.

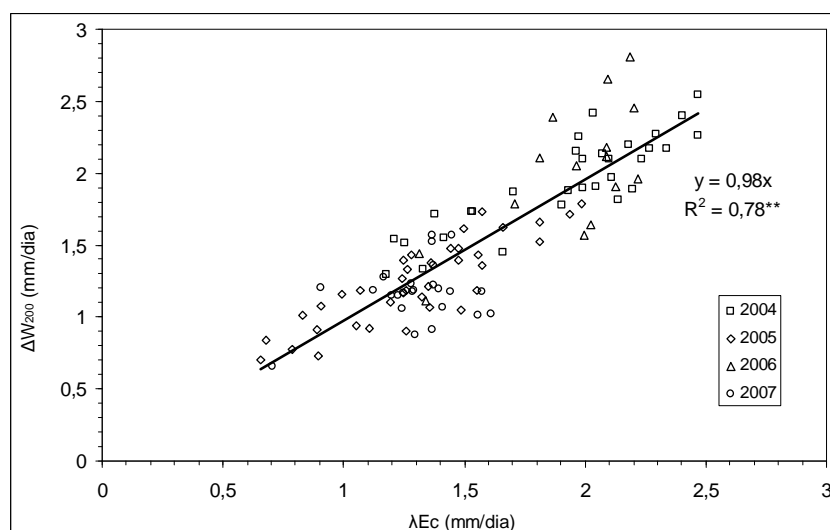


Figura 3. Relação entre os valores diários de transpiração da videira (λE_c) e a variação de armazenamento de água no solo (ΔW_{200}) na modalidade FI.

Conclui-se assim que o modelo usado no presente trabalho, para além de permitir caracterizar a evolução diurna dos componentes do balanço energético da sebe da vinha, permite uma boa estimação dos valores diários da transpiração, podendo assim concluir-se que é possível estudar os fluxos de energia em cobertos parciais utilizando equipamento simplificado, de fácil operação e baixa manutenção.